

PAT-NO: JP409168957A

DOCUMENT-IDENTIFIER: **JP 09168957 A**

TITLE: CURVED SURFACE FINISHING MACHINE

PUBN-DATE: June 30, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SAKAE, HIDETOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

RICOH CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07348673

APPL-DATE: December 19, 1995

INT-CL (IPC): B24B013/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a machining **device** for a recessed toroidal surface, in which a grinding wheel can be reused even when the diameter of the grinding wheel is decreased, by enabling machining of the recessed toroidal surface having the optional **curvature** and easily correcting the deterioration of the precision of the **curvature** caused by the decrease of the diameter of the grinding wheel, by a simple finishing machine structure taking an oscillating arm as the base.

SOLUTION: A curved **surface** finishing **machine** is provided with an arm 5 having one end supported by a rotary shaft receiver 7 and able to be oscillated, and a slide part 9 capable of performing the linear motion in the longitudinal direction of the arm 5. A **bearing** 2 of a grinding wheel 1, and a **rotation** driving mechanism (a motor 3, a belt 4) for the grinding wheel 1 are fixed to the slide part 9, and the curved **surface** to be determined by the circular arc of the outside diameter of the grinding wheel 1 and oscillating the grinding wheel 1 is created and **machined**.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(12) 公開特許公報 (A)

**(11)特許出願公開番号**

特開平9-168957

(43)公開日 平成9年(1997)6月30日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 4 B 13/00			B 2 4 B 13/00	A G

審査請求 未請求 請求項の数12 FD (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-348673

(22)出願日 平成7年(1995)12月19日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 寒河江 英利

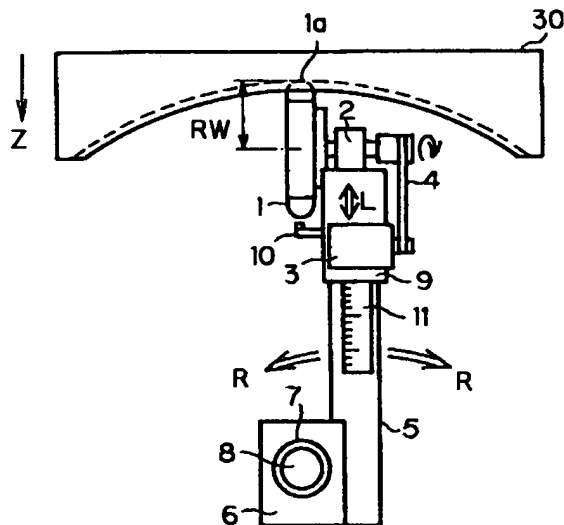
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(54) 【発明の名称】 曲面加工機

(57) 【要約】

【課題】 揺動アームをベースとした簡易な加工機構構成により、任意の曲率の凹トロイダル面の加工を可能とし、砥石直径の減少による曲率精度の低下を容易に修正可能として、砥石直径が減少した場合でも、再度、その砥石を使用可能とする凹トロイダル面の加工装置を提供する。

【解決手段】 一端を回転軸受け7により支持された揺動可能なアーム5と、このアーム5の長手方向に直動運動可能なスライド部9を有する。このスライド部9には砥石1の軸受け2および砥石1の回転駆動機構（モータ3、ベルト4）が固定され、砥石1の外径の円弧と該砥石1を揺動することで決定される曲面を創成加工する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一端を回転軸受けにより支持された揺動可能な揺動アームと、該揺動アームの長手方向に直動運動可能なスライド部を有し、該スライド部には砥石軸および砥石軸回転駆動機構が固定され、砥石外径の円弧と該砥石を揺動することで決定される曲面を創成加工することを特徴とする曲面加工機。

【請求項2】 前記揺動アームの軸受け部に該揺動アームの回転角を検出する角度検出機構を有し、かつ、前記揺動アーム上に前記スライド部の位置を検出するための位置センサを有することを特徴とする請求項1に記載の曲面加工機。

【請求項3】 上記スライド部に砥石摩耗量を検知するための変位センサを有することを特徴とする請求項1に記載の曲面加工機。

【請求項4】 前記変位センサは渦電流式変位センサ、使用砥石はメタルボンド砥石の組み合わせとし、加工中のインプロセスで砥石の摩耗量を検出することを特徴とする請求項3に記載の曲面加工機。

【請求項5】 前記揺動アームが描く円弧に対し前記砥石軸を任意の角度に傾けることが可能であることを特徴とする請求項1に記載の曲面加工機。

【請求項6】 使用する砥石はその直径を増加あるいは減少させることが可能である砥石径調整機構を有することを特徴とする請求項1に記載の曲面加工機。

【請求項7】 前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、前記砥石保持部材は渦巻き状の溝をもつ面板の回転により開閉される構造であることを特徴とする請求項6に記載の曲面加工機。

【請求項8】 前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、前記砥石保持部材は弾性部材によって砥石中心への引っ張り力があらかじめ付与されており、圧電素子の伸縮によって開閉される構造であることを特徴とする請求項6に記載の曲面加工機。

【請求項9】 前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、該砥石保持部材は弾性部材によって砥石中心への引っ張り力があらかじめ付与されており、ネジの反発力によって開閉される構造であることを特徴とする請求項6に記載の曲面加工機。

【請求項10】 前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定し、前記スリ割り部内側に気密性を有する弾性体部材を有し、流体圧力により該弾性体部材

を伸縮することでスリ割り部を開閉させる構造であることを特徴とする請求項6に記載の曲面加工機。

【請求項11】 前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石形分割したセグメント状の砥石を固定し、圧電素子の伸縮によってスリ割り部が開閉される構造であることを特徴とする請求項6に記載の曲面加工機。

【請求項12】 前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石形分割したセグメント状の砥石を固定し、ネジの反発力によって開閉される構造であることを特徴とする請求項6に記載の曲面加工機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、曲面加工機、より詳細には、直交方向に曲率の異なる凹トーリック面の加工技術或いは直交方向に曲率が異なり、かつ、一方の断面形状が非円弧で形成される異形トーリック面の加工技術、更には、トーリックレンズ、ミラー、または、その全型加工、外装カバー、意匠面等の自由曲面加工技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】直交する2方向の曲率が異なる凹面のトーリック面、その一方向の断面形状が放物線等の非円弧となる異形の凹面のトーリック面等の加工法として、前者には、揺動アームによる方式、後者には、2軸以上のNC加工機による方式が主にとられている。総形的に砥石を用いる加工では、どちらの加工機構においても、砥石回転に対するトラバース方式の違いで、図9、図10に示すように、2様式に大きく分けられる。

【0003】図9、図10において、1は砥石、30は被加工物で、図9の方式によると、砥石1の断面形状がそのまま製品（凹のトーリック）面の短手形状を決定するため、砥石断面を厳密に成形する技術が要求され、これが、精度向上の上での問題となっていた。また、図10の方式によれば、砥石断面のつくり込みは不要となるものの、砥石1の直径が、長手および短手の曲率半径を直接支配するため、砥石の摩耗による曲率半径の狂いが問題となっていた。また、砥石直径が一度小さくなってしまうと、短手の曲率半径はそれ以上大きく加工することができないため、その都度砥石を新たなものに交換せねばならず、不経済な面も問題となっている。

【0004】NC工作機により、砥石をトラバースして加工する方式では、光学部品としてのトロイダル面を加工するためには、非常に高い加工機精度が要求され、高価な加工機が必要となり、加工コストが高くなるという点も問題となっている。例えば、NC機を用いたトーリック面の加工法として、特開平5-69300号公報

「3次元曲面を有する工作物の加工方法と加工装置」があるが、この特開平5-69300号公報に記載の装置では、砥石を点接触に近い状態でワーク（被加工物）に当接させ、この接触部をトラバースして加工を行うため、表面粗さを小さくするためには、ピックフィード量を非常に小さくすることとなり、多大な加工時間を要することが問題となっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来技術によると、砥石の断面形状を厳密に（精度よく）成形することが要求され、それが精度向上の上で問題となっており、或いは、砥石の摩耗による曲率半径の狂いが問題となり、砥石の直径が一旦小さくなってしまうと、短手の曲率半径をそれ以上大きくすることができず、砥石を新たなものと交換しなければならず、不経済であった。更には、NC工作機により砥石をトラバースして加工する方式では、接触部をトラバースして加工を行うため、表面粗さを小さくするためには、ピックフィード量を非常に小さくすることとなり、多大な加工時間を要する等の問題があった。

【0006】本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、揺動アームをベースとした簡易な加工機構により、任意の曲率の凹トロイダル面の加工を可能とし、砥石直径の減少による曲率精度の低下を容易に修正可能として、砥石直径が減少した場合でも、再度、その砥石を使用可能とする凹トロイダル面の加工装置を提供することを目的としてなされたものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、一端を回転軸受けにより支持された揺動可能な揺動アームと、該揺動アームの長手方向に直動運動可能なスライド部を有し、該スライド部には砥石軸および砥石軸回転駆動機構が固定され、砥石外径の円弧と該砥石を揺動することで決定される曲面を創成加工することを特徴とし、もって、直動のスライド部の位置変更と砥石外径を変化させることで、簡単な機械構成をもって、任意の曲率半径で構成される凹トーリック面を高精度に加工することができるようにし、また、曲率半径がわずかに異なるものを数種加工する際、加工段取りを容易に変更可能としたものである。

【0008】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記揺動アームの軸受け部に該揺動アームの回転角を検出する角度検出機構を有し、かつ、前記揺動アーム上に前記スライド部の位置を検出するための位置センサを有することを特徴とし、もって、揺動加工中アーム角度に応じてスライド位置を変更する同時制御を行うことで長手方向が任意の非円弧断面となる異形のトーリック面を加工可能としたものである。

【0009】請求項3の発明は、請求項1の発明において、上記スライド部に砥石摩耗量を検知するための変位

センサを有することを特徴とし、もって、容易にオンマシンで砥石摩耗量が高精度に検出でき、砥石直径を修正するタイミングを遅れなくとらえることができるようにしたものである。

【0010】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記変位センサは渦電流式変位センサ、使用砥石はメタルボンド砥石の組み合わせとし、加工中のインプロセスで砥石の摩耗量を検出することを特徴とし、もって、加工中のインプロセスで砥石摩耗量をとらえることができるようにし、インプロセスで砥石径を変化できる砥石をあわせて使用することによって、加工機を停止させることなく砥石摩耗分の精度劣化を抑制した高精度な曲面加工を可能としたものである。

【0011】請求項5の発明は、請求項1の発明において、前記揺動アームが描く円弧に対し前記砥石軸を任意の角度に傾けることが可能であることを特徴とし、もって、砥石として円弧断面形状を有するものを用いる際は、揺動アームが描く円弧の接線方向に平行に砥石軸を配し、矩形の断面形状を有する砥石を用いる際は、砥石軸を同接線に対して傾けて配置する等の使い分けを行うことにより、種々の断面形状の砥石を使用することができ、また、砥石軸の傾け角と砥石径の調整により加工物短手方向の断面を任意の楕円面とすることができるようにしたものである。

【0012】請求項6の発明は、請求項1の発明において、使用する砥石はその直径を増加あるいは減少させることが可能である砥石径調整機構を有することを特徴とし、もって、直動のスライド部の位置変更と砥石外径を変化させることで、簡単な機械構成をもって、任意の曲率半径で構成される凹トーリック面を高精度に加工することができるようにし、また、曲率半径がわずかに異なるものを数種加工する際、加工段取りを容易に変更可能としたものである。

【0013】請求項7の発明は、請求項6の発明において、前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、前記砥石保持部材は渦巻き状の溝をもつ面板の回転により開閉される構造であることを特徴とし、もって、砥石端面の中央部に円板をくわえ込ませる構造により、砥石直径が可変でありながら、高い砥石剛性を持たせることができ、また、中央にくわえ込ませる円板を数種準備して、砥石摩耗分だけ円板直径を増大させたものをセットすることで容易に砥石径の修性を可能としたものである。

【0014】請求項8の発明は、請求項6の発明において、前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、前記砥石保持部材は弾性部材によって砥石中心への

10

20

30

40

50

5

引っ張り力があらかじめ付与されており、圧電素子の伸縮によって開閉される構造であることを特徴とし、もって、加工中のインプロセスで砥石摩耗量をとらえることができるようになり、インプロセスで砥石径を変化できる砥石をあわせて使用することによって、加工機を停止させることなく砥石摩耗分の精度劣化を抑制した高精度な曲面加工を可能としたものである。更には、各砥石セグメントを独立にかつインプロセスで開閉可能とし、上述の高精度加工を可能とするとともに砥石のフレ周りや非真円成分を抑制し、加工面への微細な切り込み変動を減少し、表面粗さを向上するようにしたものである。

【0015】請求項9の発明は、請求項6の発明において、前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、該砥石保持部材は弾性部材によって砥石中心への引っ張り力があらかじめ付与されており、ネジの反発力によって開閉される構造であることを特徴とし、もって、加工中のインプロセスで砥石摩耗量をとらえることができるようになり、インプロセスで砥石径を変化できる砥石をあわせて使用することによって、加工機を停止させることなく砥石摩耗分の精度劣化を抑制した高精度な曲面加工を可能としたものである。更には、各砥石セグメントを独立にかつインプロセスで開閉可能とし、上述の高精度加工を可能とするとともに砥石のフレ周りや非真円成分を抑制し、加工面への微細な切り込み変動を減少し、表面粗さを向上するようにしたものである。

【0016】請求項10の発明は、請求項6の発明において、前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定し、前記スリ割り部内側に気密性を有する弾性部材を有し、流体圧力により該弾性部材を伸縮することでスリ割り部を開閉させる構造であることを特徴とし、もって、インプロセスでの砥石径変更はできなくなるものの、圧電素子を用いたものに比べ構造が簡略化できるようにしたものである。

【0017】請求項11の発明は、請求項6の発明において、前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石形分割したセグメント状の砥石を固定し、圧電素子の伸縮によってスリ割り部が開閉される構造であることを特徴とし、もって、各砥石セグメントを独立にかつインプロセスで開閉可能となり、上述の高精度加工が可能となるとともに砥石のフレ周りや非真円成分を抑制でき、加工面への微細な切り込み変動を減少でき、表面粗さも向上されるようにしたものである。

【0018】請求項12の発明は、請求項6の発明において、前記砥石径調整機構は、砥石保持部材を3つ以上

6

のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石形分割したセグメント状の砥石を固定し、ネジの反発力によって開閉される構造であることを特徴とし、もって、インプロセスでの砥石径変更はできなくなるものの、圧電素子を用いたものに比べ構造が簡略化できるようにしたものである。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による凹面のトロイダル面加工機の一実施例を説明するための要部構成図で、図中、1は砥石、1aは砥石1の先端部、2は砥石軸受、3は砥石駆動モータ、4は砥石駆動ベルト、5は揺動アーム、6は回転駆動部、7は軸受部、8はエンコーダ、9はリニアスライド部、10は変位センサ、11はリニアスケール、30は被加工物で、揺動アーム5は、回転軸受7のまわりに回転可能のように支持され、回転駆動部6により、該回転軸受7まわりに回転運動する。これにて揺動アーム5は、矢印R方向に揺動され、その回転角は、軸受7の軸受端に配設されたエンコーダ8によって検出される。揺動アーム5上の反対側には、リニアスライド部9及び該リニアスライド部9の位置検出のためのリニアスケール11が配設されており、リニアスライド部は、揺動アーム5の長手方向(L方向)に直線移動可能で、リニアスライド部9内のアクチュエータにより駆動される。リニアスライド部9上には、砥石軸受2、砥石駆動モータ3及び変位センサ10が固定支持され、リニアスライド部9の移動とともに平行移動する構成となっている。

【0020】次に、上記加工装置による凹トロイダル面の加工手順について説明する。被加工物30は、焼き入れられたステンレス鋼であり、軸受7の回転中心と砥石1の先端1aを結んだ直線に対して左右対称となるように取り付けられている。砥石1は断面形状が円弧であるように成形されたCBNホイールで、該砥石1は、モータ3により駆動ベルト4を介して回転駆動され、同時に、揺動アーム5により揺動運動を与えられる。切り込みは、図1において、被加工物30が、Z方向に前進することによって与えられ、この動きをもって被加工物30には、長手方向に砥石1の先端1aが描く円弧が形成され、短手方向には砥石1の半径であるRwの円弧が形成される。長手方向が円弧の場合は、リニアスライド9を移動しないようロックした状態で行い、長手方向が非円弧となる場合は、回転駆動部6にて検出された揺動アーム5の回転角に応じてリニアスライド部9の位置を所定の値に前後させる同時制御をもって加工を行う。

【0021】砥石1による鋼材の加工では、通常、一回に10〜数十 $\mu$ m程度の切り込みを与え、それを複数回繰り返すことにより、徐々に所望の曲面を形成していく。加工が進行するにともない、砥石1の摩耗が進行し、砥石半径Rwが減少してくる。これによって、加工面の曲面半径にズレを生じてくるので、本発明では、以

下の動作により、曲率の狂いを修正するようにしている。すなわち、加工中適度な間隔をもって砥石1の半径の減少量を変位センサ10をもって検出する。この変位センサ10は、非接触式でも接触式でも適用可能であるが、測定時、一旦、加工を中断して測定するのが望ましい。砥石1の摩耗量が被加工物30との曲率精度を維持できないほど増大した時点で、一旦加工を中断し、砥石径の再調整を行う。しかし、前記変位センサ10を渦電流式変位センサ、使用砥石1をメタルボンド砥石とし、この組み合わせにより、加工中のインプロセスで砥石の摩耗量を検出するとともに、インプロセスで砥石径を変化できる砥石をあわせて使用することによって、加工機を停止させることなく砥石摩耗分の精度劣化を抑制した高精度な曲面加工ができるようにすることもできる。

【0022】図2は、本発明による加工機の実施例を説明するための要部構成図で、図中、図1に示した実施例と同様の作用をする部分には、図1の場合と同一の参照番号が付してある。而して、図2に示した加工機もその基本構成は、図1に示した加工機と同様であるが、図2に示した加工機においては、砥石1の軸を揺動アーム5に対して所定量傾けることによってストレート形状（断面が円弧でない）の砥石の使用も可能としている。また、短手方向の曲率が小さい加工物においても、砥石切れ刃以外の干渉をさけやすくしている。

【0023】図3は、砥石1の平面図（図3（A））及び断面図（図3（B））を示す図で、砥石1は、図3に示すように、分割された多数のセグメント1-1、1-2、1-3...1-7、1-8...で構成されており、それぞれの砥石セグメントは、半径方向に可能な状態に支持されている。図3の例では、砥石保持部材20は、厚さ方向に突起部20aを有し、これが、うずまき状の溝21aを持つ面板21に噛み合っている。面板21は軸部21bに連結されており、該軸部21bを回転させることで砥石保持部材20が半径方向に移動される。図3の例では、砥石1の剛性を高めるため、円板ブロック22を砥石保持部材20にて外周部をはさみこんで固定し、該砥石保持部材20自体も固定された状態となっている。ここで、円板ブロック22を砥石摩耗量だけ直径を大きくしたものに交換することで、砥石1の外径は摩耗前の状態に復元される。

【0024】図4乃至図8は、本発明による砥石構造の他の実施例を示す図で、いずれもセグメント砥石による構造は共通している。図4に示した砥石は、砥石セグメント1-1、1-2、1-3...をスリ割りを持つカップ状の砥石保持部材23で保持し、その内部にゴム状の弾性体部材24を配し、この弾性体部材24を空気または水等の流体を介して加圧し、該弾性体部材24を膨張させて砥石径を可変にしたものである。図5及び図6に示した例は、図4に示した砥石保持部材23と同じくスリ

割り構造をもつもので、砥石径の増大に、図5に示した例は、圧電素子25を、図6に示した例は、丸頭のイモネジ26を用いたものである。図7及び図8に示した例は、砥石保持部材20が面板28及び29によって挟持され、かつ、弾性部材27によって砥石ベース22への引力をプリロードとして与える構造としたものである。これを開く力としては、先と同じく図7の例は圧電素子25、図8の例はイモネジ26を用いたものである。

【0025】

10 【発明の効果】請求項1の発明は、一端を回転軸受けにより支持された揺動可能な揺動アームと、該揺動アームの長手方向に直動運動可能なスライド部を有し、該スライド部には砥石軸および砥石軸回転駆動機構が固定され、砥石外径の円弧と該砥石を揺動することで決定される曲面を創成加工するようにしたので、直動のスライド部の位置変更と砥石外径を変化させることで、簡単な機械構成をもって、任意の曲率半径で構成される凹トーリック面を高精度に加工することができ、また、曲率半径がわずかに異なるものを数種加工する際、加工段取りを容易に変更することができる。

20 【0026】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記揺動アームの軸受け部に該揺動アームの回転角を検出する角度検出機構を有し、かつ、前記揺動アーム上に前記スライド部の位置を検出するための位置センサを有するので、揺動加工中アーム角度に応じてスライド位置を変更する同時制御を行うことで、長手方向が任意の非円弧断面となる異形のトーリック面を加工することができる。

30 【0027】請求項3の発明は、請求項1の発明において、上記スライド部に砥石摩耗量を検知するための変位センサを有するので、容易にオンマシンで砥石摩耗量が高精度に検出でき、砥石直径を修正するタイミングを遅れなくとらえることができる。

40 【0028】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記変位センサは渦電流式変位センサ、使用砥石はメタルボンド砥石の組み合わせとし、加工中のインプロセスで砥石の摩耗量を検出するようにしたので、加工中のインプロセスで砥石摩耗量をとらえることができ、インプロセスで砥石径を変化できる砥石をあわせて使用することによって、加工機を停止させることなく砥石摩耗分の精度劣化を抑制した高精度な曲面加工ができる。

50 【0029】請求項5の発明は、請求項1の発明において、前記揺動アームが描く円弧に対し前記砥石軸を任意の角度に対して傾けることが可能であるので、砥石として円弧断面形状を有するものを用いる際は、揺動アームが描く円弧の接線方向に平行に砥石軸を配し、矩形の断面形状を有する砥石を用いる際は、砥石軸を同接線に対して傾けて配置する等の使い分けを行うことにより、種々の断面形状の砥石を本加工機に使用することができ、また、砥石軸の傾け角と砥石径の調整により加工物短手

方向の断面を任意の楕円面とすることができる。

【0030】請求項6の発明は、請求項1の発明において、使用する砥石はその直径を増加あるいは減少させることが可能である砥石径調整機構を有するので、直動のスライド部の位置変更と砥石外径を変化させることで、簡単な機械構成をもって、任意の曲率半径で構成される凹トローリック面を高精度に加工することができ、また、曲率半径がわずかに異なるものを数種加工する際、加工段取りを容易に変更できる。

【0031】請求項7の発明は、請求項6の発明において、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、前記砥石保持部材は渦巻き状の溝をもつ面板の回転により開閉されるようにしたので、砥石端面の中央部に円板をくわえ込ませる構造により、砥石直径が可変でありながら、高い砥石剛性を持たせることができ、また、中央にくわえ込ませる円板を数種準備して、砥石摩耗分だけ円板直径を増大させたものをセットすることで容易に砥石径の修正をすることができる。

【0032】請求項8の発明は、請求項6の発明において、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、前記砥石保持部材は弾性部材によって砥石中心への引っ張り力があらかじめ付与されており、圧電素子の伸縮によって開閉されるようにしたので、加工中のインプロセスで砥石摩耗量をとらえることができるようになり、インプロセスで砥石径を変化できる砥石をあわせて使用することによって、加工機を停止させることなく砥石摩耗分の精度劣化を抑制した高精度な曲面加工をすることができる。更には、各砥石セグメントを独立にかつインプロセスで開閉可能とし、上述の高精度加工を可能とするとともに砥石のフレ周リや非真円成分を抑制し、加工面への微細な切り込み変動を減少し、表面粗さが向上される。

【0033】請求項9の発明は、請求項6の発明において、砥石保持部材を半径方向に分割されたセグメント構造とし、その外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定して有し、該砥石保持部材は弾性部材によって砥石中心への引っ張り力があらかじめ付与されており、ネジの反発力によって開閉されるようにしたので、加工中のインプロセスで砥石摩耗量をとらえることができるようになり、インプロセスで砥石径を変化できる砥石をあわせて使用することによって、加工機を停止させることなく砥石摩耗分の精度劣化を抑制した高精度な曲面加工を可能となる。更には、各砥石セグメントを独立にかつインプロセスで開閉可能とし、上述の高精度加工を可能とするとともに砥石のフレ周リや非真円成分を抑制し、加工面への微細な切り込み変動を減少し、表面粗さも向上される。

【0034】請求項10の発明は、請求項6の発明において、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石を分割したセグメント状の砥石を固定し、前記スリ割り部内側に気密性を有する弾性体部材を有し、流体圧力により該弾性体部材を伸縮することでスリ割り部を開閉させるようにしたので、インプロセスでの砥石径変更はできなくなるものの、圧電素子を用いたものに比べ構造が簡略化できる。その他の効果は請求項8、11と同様である。

【0035】請求項11の発明は、請求項6の発明において、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石形分割したセグメント状の砥石を固定し、圧電素子の伸縮によってスリ割り部が開閉されるようにしたので、各砥石セグメントを独立にかつインプロセスで開閉可能となり、上述の高精度加工が可能となるとともに砥石のフレ周リや非真円成分を抑制でき、加工面への微細な切り込み変動を減少でき、表面粗さも向上される。特に、この請求項11のスリ割り構造によると、請求項8の構造に比して構造が簡略化できるメリットがある。

【0036】請求項12の発明は、請求項6の発明において、砥石保持部材を3つ以上のスリ割りを有するカップ形状とし、該砥石保持部材の外周部に円孔を有する砥石形分割したセグメント状の砥石を固定し、ネジの反発力によって開閉されるようにしたので、インプロセスでの砥石径変更はできなくなるものの、圧電素子を用いたものに比べ構造が簡略化できる。その他の効果は請求項8、11と同様である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による曲面加工機の一実施例を説明するための要部構成図である。

【図2】 本発明による曲面加工機他の実施例を説明するための要部構成図である。

【図3】 本発明の実施に使用して好適な砥石の一例を説明するための図である。

【図4】 本発明の実施に使用して好適な砥石の他の例を説明するための図である。

【図5】 本発明の実施に使用して好適な砥石の他の例を説明するための図である。

【図6】 本発明の実施に使用して好適な砥石の他の例を説明するための図である。

【図7】 本発明の実施に使用して好適な砥石の他の例を説明するための図である。

【図8】 本発明の実施に使用して好適な砥石の他の例を説明するための図である。

【図9】 従来の曲面加工機の一例を説明するための要部概略構成図である。

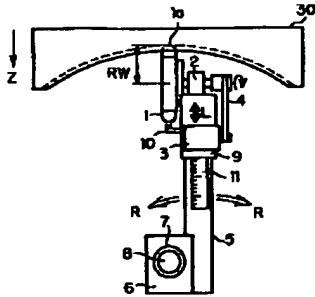
【図10】 従来の曲面加工機他の例を説明するための要部概略構成図である。

## 【符号の説明】

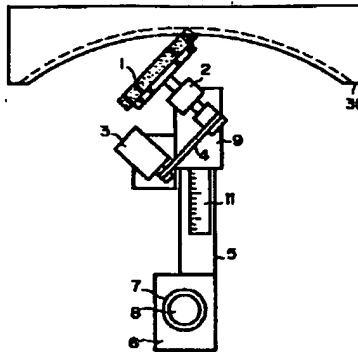
1…磁石、1a…磁石1の先端部、2…磁石軸受、3…  
磁石駆動モータ、4…磁石駆動ベルト、5…揺動アー

ム、6…回転駆動部、7…軸受部、8…エンコーダ、9  
…リニアスライド部、10…変位センサ、11…リニア  
スケール、30…被加工物。

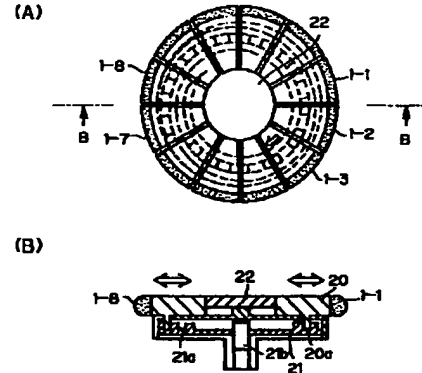
【図1】



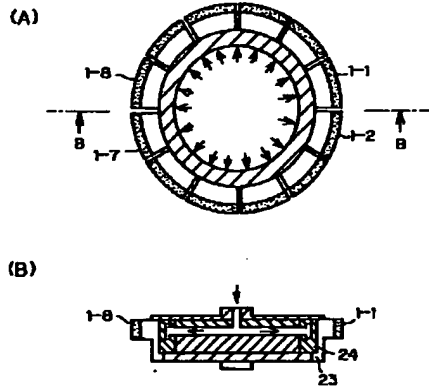
【図2】



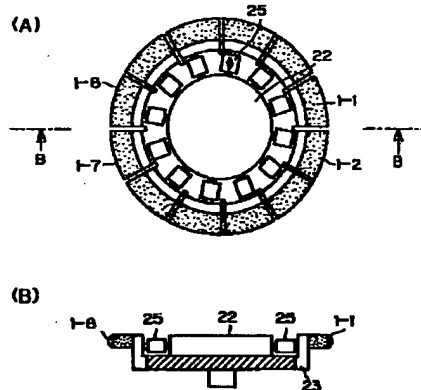
【図3】



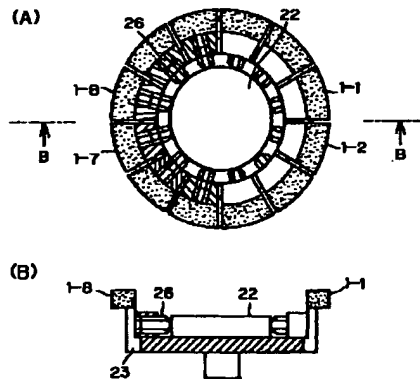
【図4】



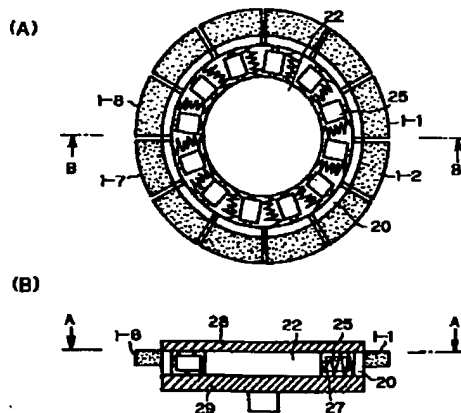
【図5】



【図6】

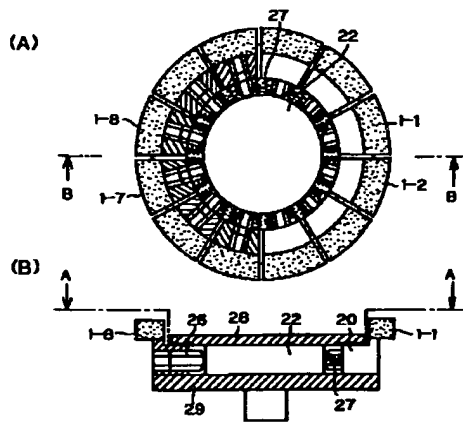


【図7】

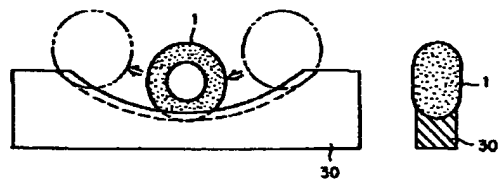




【図8】

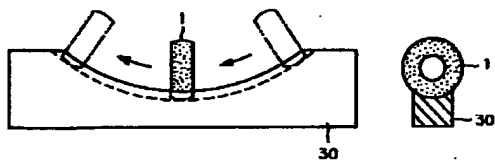


【図9】



輪形砥石による  
凹トーリック面の加工方法1

【図10】



輪形砥石による  
凹トーリック面の加工方法2